

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平4-295286

(43) 公開日 平成4年(1992)10月20日

(51) Int.Cl. ⁵	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 2 N 2/00	B	8525-5H		
H 0 1 L 41/09				
41/24				
		7342-4M	H 0 1 L 41/08	C
		7342-4M	41/22	Z
			審査請求 未請求 請求項の数4(全 6 頁)	

(21) 出願番号 特願平3-57212

(22) 出願日 平成3年(1991)3月20日

(71) 出願人 000005223

富士通株式会社

神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地

(72) 発明者 表 孝司

神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地

富士通株式会社内

(72) 発明者 塚田 峰春

神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地

富士通株式会社内

(72) 発明者 亀原 伸男

神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地

富士通株式会社内

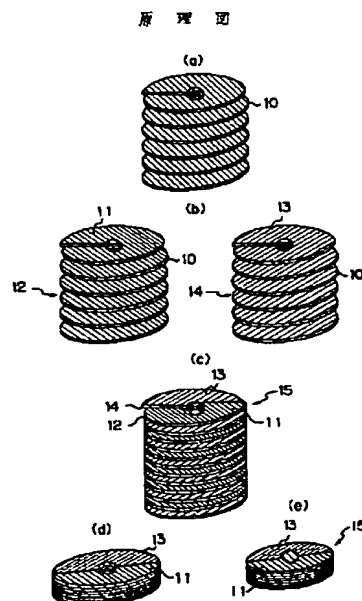
(74) 代理人 弁理士 井桁 貞一

(54) 【発明の名称】 圧電アクチュエータおよびその製造方法

(57) 【要約】

【目的】 素子全面に電極が配線され自己崩壊を起こさない圧電アクチュエータを低コストで製造する。

【構成】 片面に電極11、13を施した螺旋状圧電セラミックス12、14を、一方の電極形成面が他方の電極非形成面とが対向するように螺旋状に接着し、かつ各螺旋状圧電セラミックスの端部をずらす。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 片面に第1の電極を施した第1の螺旋状圧電セラミックスと、片面に第2の電極を施した第2の螺旋状圧電セラミックスとを、一方の電極形成面が他方の電極非形成面とが対向するように螺旋状に接着した層状体からなり、該層状体の上面において第1の螺旋状圧電セラミックスの端部と第2の螺旋状圧電セラミックスの端部の位置がずらされており、第1及び第2の電極が該上面で表出されていることを特徴とする圧電アクチュエータ。

【請求項2】 螺旋状の治具上に圧電スラリーを塗布し、乾燥後圧電スラリーを塗布するか、または治具上に電極ペーストを塗布し、乾燥後電極ペーストを塗布する工程で、電極を配線した螺旋状の圧電グリーンシートを形成し、前記グリーンシートを前記治具から剥離し、得られた第1及び第2の螺旋状圧電セラミックスを、一方の電極形成面が他方の電極非形成面とが対向しかつ前記第1及び第2の電極が上面に表出されるように組み合わせた層状体を得、これを加圧後焼成することを特徴とする請求項1記載の圧電アクチュエータの製造方法。

【請求項3】 片面に電極をほどこした紐状の2本の圧電グリーンシートボディを電極面を上または下面に統一して、重ね合わせて支柱に巻き付けて螺旋状層状体を得、これを上下から加圧し螺旋状圧電グリーンシート状に形成し、その後焼成することを特徴とする請求項1記載の圧電アクチュエータの製造方法。

【請求項4】 両面に電極を施した2枚の圧電グリーンシートに中央部まで切れ込みを入れ、これらのグリーンシートの切れ込み同士をかみ合わせた後、切れ込みを交差させた1対のグリーンシートを複数個重ね合わせて層状体を得、これを加圧後焼成することを特徴とする請求項1記載の圧電アクチュエータの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、圧電アクチュエータのおよびその製造方法に関する。圧電アクチュエータは、従来の電磁力アクチュエータに比較して、小型であり、発動力、エネルギー変換率、精度の面でも極めて優れた特性を発揮する。このような特長がある反面、圧電効果を得るための構造として、圧電セラミックスの上下に電極材を配線し、電界を圧電セラミックスに印加する必要がある。このため図6を参照して説明するように積層型アクチュエータは外部電極が必要で複雑な構造になっている。

【0002】

【従来の技術】従来の積層型圧電アクチュエータは、図6の(e)のように電極2が圧電セラミックス3の層の間に櫛型に挟み込まれた構造になっている。そのため電極2の面積が素子1の断面積よりわずかであるが小さいため、圧電的に伸びない部分が圧電セラミックス3に生じ

る。そのため、従来の櫛型の積層アクチュエータは、内部に応力が誘起され、動作中に自己崩壊を起こす。

【0003】また、従来の櫛型積層アクチュエータの製法では図6の(a)に示すように、圧電グリーンシート3を乾燥した後、電極ペースト4を塗布し、乾燥し1枚のシート5を得る。次に2枚のシートを少しずらして重ね合わせ(図6の(b)参照)、同様に重ね合わせた多数のシート6を用意する(図6の(c)参照)。これらを重ね合わせ加圧し焼成した後、切断線7(図6の(d)参照)で切断して多数のサイコロ状ブロックを作る。その後交互に櫛型に配列された電極の1群と他の1群に接触する外部電極17を形成する。この方法では外部電極7を必要とするため、製造工程が多くなり、コストが高くなる。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】従って、素子全面に電極が配線され自己崩壊を起こさない、また低コストで作製できる圧電アクチュエータの構造およびその製造方法を開発することを目的とする。

【0005】

【課題を解決するための手段】本発明に係る圧電アクチュエータは、片面に第1の電極を施した第1の螺旋状圧電セラミックスと、片面に第2の電極を施した第2の螺旋状圧電セラミックスとを、一方の電極形成面が他方の電極非形成面とが対向するように螺旋状に接着した層状体からなり、該層状体の上面において第1の螺旋状圧電セラミックスの端部と第2の螺旋状圧電セラミックスの端部の位置がずらされており、第1及び第2の電極が該上面で表出されていることを特徴とする。

【0006】図1は、本発明の原理図である。図1の(a)は螺旋状のグリーンシート10を示す。(b)においては螺旋状グリーンシート10の片面に第1の電極11を全面に施し第1の螺旋状圧電セラミックスグリーンシート12と、螺旋状グリーンシート10の片面に第2の電極13を全面に施し第2の螺旋状圧電セラミックスグリーンシート14とが示される。(c)は、(b)に示される第1及び第2の螺旋状圧電セラミックスグリーンシート12、14を2枚並行に組み合わせたものを示す。(d)は(c)を加圧したものである。(e)は、(d)を焼成した層状体15を示す。(e)において半円状に示される電極11、13は一方が他方の下に入り込み、層状体15の上下に螺旋状に伸びている。したがって各電極の間には圧電セラミックスが存在しておりかつ圧電セラミックスの上下には電極が存在している。また最上部の平坦面には外部電極となる電極11、13が半円状に存在している。なお、この電極の形状は半円には限定されず、矩形等任意の形状で良い。

【0007】上記圧電アクチュエータを製造するには、螺旋状の治具上に圧電スラリーを塗布し、乾燥後電極ペーストを塗布するか、または治具上に電極ペーストを塗

布し、乾燥後圧電スラリーを塗布する工程で、電極を配線した螺旋状の圧電グリーンシートを形成し、前記グリーンシートを前記治具から剥離し、得られた第1及び第2の螺旋状圧電セラミックスを、一方の電極形成面が他方の電極非形成面とが対向しかつ前記第1及び第2の電極が上面に表出されるように組み合わせた層状体を得、これを加圧後焼成する方法が可能である。

【0008】さらに、片面に電極をほどこした紐状の2本の圧電グリーンシートボディを電極面を上または下面に統一して、重ね合わせて支柱に巻き付けて螺旋状層状体を得、これを上下から加圧し螺旋形圧電グリーンシート状に形成し、その後焼成することも可能である。螺旋状体の作り方として、両面に電極を施した2枚の圧電グリーンシートに中央部まで切れ込みを入れ、これらのグリーンシートの切れ込み同士をかみ合わせた後、切れ込みを交差させた1対のグリーンシートを複数個重ね合わせて層状体を得、これを加圧後焼成することも可能である。この方法具体的には以下になる。

【0009】両面に電極を施したグリーンシートに穴を空けさらに中央部まで切れ込みを入れ、切れ込み同士をかみ合わせ交差させたグリーンシートを2枚一組として作製し、それを積み上げ螺旋状の圧電グリーンシートを形成する：両面に電極を施したグリーンシートに中央部までグリーンシート厚と同じ幅を持つ切れ込みを入れ、切れ込み同士をかみ合わせ交差させたグリーンシートを2枚一組として作製し、それを積み上げ螺旋状の圧電グリーンシートを形成する：両面に電極を施したグリーンシートに中央部まで斜めに切れ込みを入れ、斜めの切れ込みが外になるように切れ込み同士をかみ合わせ交差させたグリーンシートを2枚一組として作製し、それを積み上げ螺旋状の圧電グリーンシートを形成する：両面に電極を施したグリーンシートに中央部まで切れ込みを入れ、切れ込み同士をかみ合わせ交差させたグリーンシートを形成する：両面に電極を施したグリーンシートに多数の凸型の切れ込みを入れ、切れ込み同士をかみ合わせ交差させたグリーンシートを2枚一組として作製し、それを積み上げ凸の中央部分を切断し螺旋状の圧電グリーンシートを形成する。

【0010】

【作用】本請求項1の圧電アクチュエータでは、素子全面に電極が配線されているので自己崩壊を起こさない。請求項2～4の方法では外部との接続用電極は圧電グリーンシートの面に形成されているので、外部接続専用電極を形成する工程がなく、低コストで圧電アクチュエータが製造される。以下、実施例により本発明を説明する。

【0011】

【実施例】実施例1

表1に示す組成の圧電セラミックのスラリーを作製し、図2(a)に示す螺旋状治具20の上にスラリーを塗布

した。乾燥後市販のAg-Pdペーストを塗布し、さらに乾燥した後成形治具20からグリーンシートを剥離した。剥離後、グリーンシートを図2(b)に示すように2枚一組で組み合わせ、一軸加圧プレスで60℃にて50MPaの圧力で40minの加圧を行った後、大気中で1100℃、10hの焼成を行った。圧電アクチュエータの特性の結果を表2に示す。

【0012】実施例2

表1に示す組成のスラリーを調製し、図3(a)に示す成形治具22の下に板23を置き、板23を矢印の方向に引っ張って、スラリーを紐23状に成形した。スラリーの乾燥後、市販のAg-Pdペーストを塗布し、ペースト乾燥後グリーンシートをキャリアテープから剥離した。剥離後、紐状グリーンシート23、23'を図3(b)に示すように2枚一組で組み合わせ、支柱25に巻付、上下のパンチ26、27の間で一軸方向加圧で60℃、80MPa、40minの加圧を行った。積層後、支柱25を層状体15から抜き出し、大気中で1100℃、10hの焼成を行った。圧電アクチュエータの特性の結果を表2に示す。

【0013】実施例3

表1に示す組成のスラリーを作製し、ドクターブレード法で成型を行った。グリーンシート乾燥後、キャリアテープから剥離し、グリーンシート30、31の両面に市販のAg-Pdペーストを塗布した(図4(a)参照)。ペースト乾燥後、図4(b)に示すように中心部を打ち抜き、グリーンシート30、31の中央部に穴を空けた後、斜めに切れ込み32を入れ、図4(c)に示すように斜めの切れ込みが外になるように切れ込み同士をかみ合わせ交差させたグリーンシートを2枚一組とした。したがって上下の電極は接合面で一体になり、切れ込み32にて下の電極は上の電極に接続され、穴の回りを電極が360°回転する円盤状構造34が得られる。この1対の構造34を60℃、10MPa、5minの一軸加圧プレスで積層し、さらに、図4(d)に示すように多数個積み上げ、50MPa、40minの加圧を行った。積層後、大気中で1100℃、10hの焼成を行った。圧電アクチュエータの特性の結果を表2に示す。

【0014】実施例4

表1に示す組成のスラリーを作製し、ドクターブレード法で成型を行った。グリーンシート40を乾燥後、キャリアテープから剥離し、グリーンシート両面に市販のAg-Pdペースト(11)を塗布した。ペースト乾燥後、図5(a)に示すように凸型の切れ込み42を打抜き、図5(b)に示すように切り込み42同士をかみ合わせ交差させたグリーンシート2枚を一組として60℃、10MPa、5minの等方等圧プレスで積層し、さらに、図5(c)に示すように1対の積層体43を積み上げ、一軸加圧プレスで60℃、50MPa、40m

inの加圧を行った。積層後積層体44を図6(d)に示す切断線7で凸型の中央部を切断した後、大気中で1100℃、10hの焼成を行った。圧電アクチュエータの特性の結果を表2に示す。

【0015】比較例1

表1に示す組成のスラリーを作製し、ドクターブレード法で成形を行った。グリーンシート3を乾燥後、剥離し、□90mmに打抜き、図6(a)に示すように市販のAg-Pdペースト4を短冊型に印刷した。印刷後、グリーンシート5を図6(b)に示すように積層位置を*10

*1mm交互にずらした一対の積層体6を作り、これを図6(c)に示すように配線パターンが櫛形になるように積み上げ、一軸加圧プレスで60℃、50MPa、40minの加圧を行った。積層後、大気中で1100℃、10hの焼成を行った。焼成後、図6(d)に示すように切断線7で切断した後、外部電極7を焼き付けた。圧電アクチュエータの特性の結果を表1に示す。

【0016】

【表1】

圧電スラリー組成

原料粉末	$\text{Pb}(\text{Mg}_{1/3}\text{Nb}_{2/3})_{1-x}\text{Ti}_x\text{O}_3$	100
バインダー	PVB	5
可塑剤	DBP	5
分散媒	エタノール	5

【0017】

【表2】

圧電特性結果

	変位量(%) *1	量産性	自己崩壊
実施例 1	140	△ *2	無し
実施例 2	130	△ *2	無し
実施例 3	130	○	無し
比較例 1	100	△ *3	有り

*1 : 比較例1の変位量を100%とした場合

*2 : 一つずつ作製するために量産には、不向き

*3 : 外部電極の取付け工程が必要になる

【0018】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば積層型の圧電アクチュエータに自己崩壊が生じ難い全面電極を施し、さらに、外部電極形成等の工程を削除できるため製造工程が容易になる。これらの効果のため、圧電アクチュエータの高性能化多用途化および歩留まり向上に寄与する所が大きい。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の原理図である。

【図2】実施例1の説明図である。

【図3】実施例2の説明図である。

【図4】実施例3の説明図である。

【図5】実施例4の説明図である。

【図6】従来法の説明図である。

【符合の説明】3 グリーンシート（圧電グリーンシート）

4 内部電極（Ag-Pdペースト）

5 グリーンシート（電極ペーストを施したもの）

7 切断線

11 第1電極

12 第1の圧電セラミックスグリーンシート

13 第2電極

14 第2の圧電セラミックスグリーンシート

15 層状体

17 外部電極（Ag-Pdペースト）

20 治具

23 スラリー

30 グリーンシート

31 グリーンシート

32 切れ込み

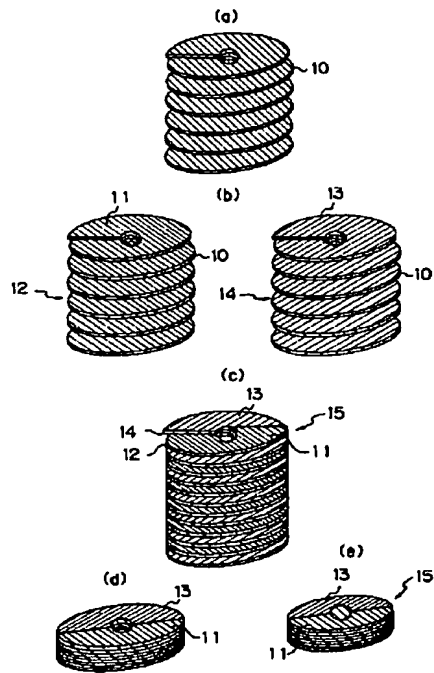
50 40 グリーンシート

(5)

特開平4-295286

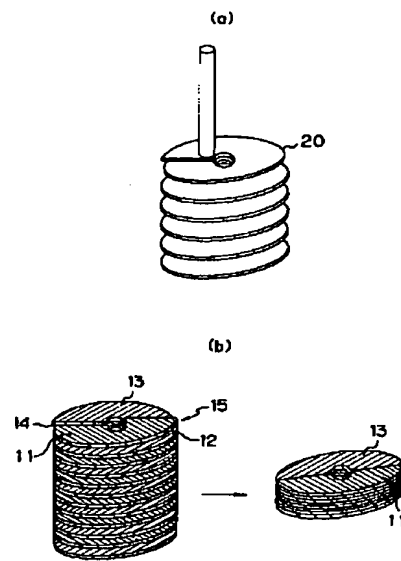
【図1】

原理図



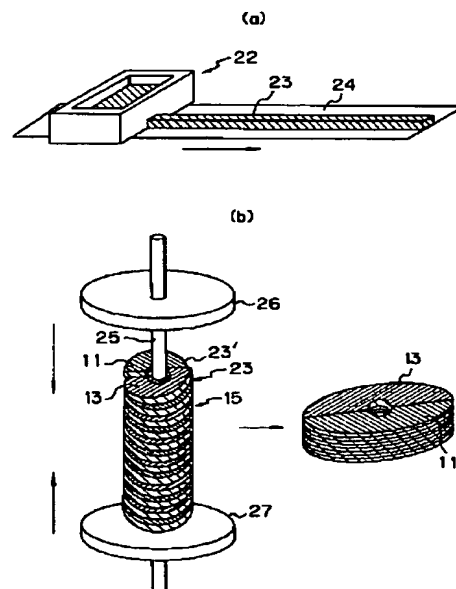
【図2】

実施例1



【図3】

実施例2

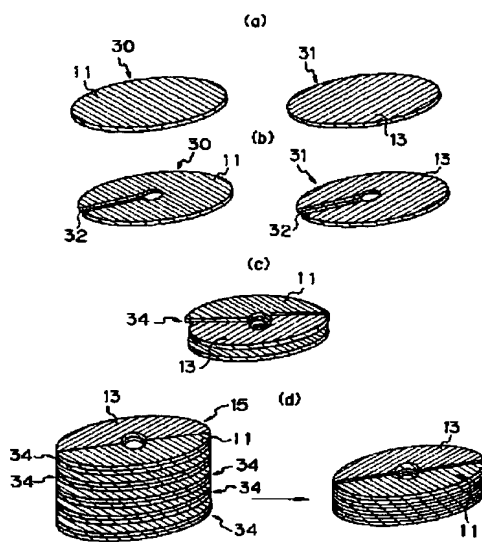


(6)

特開平4-295286

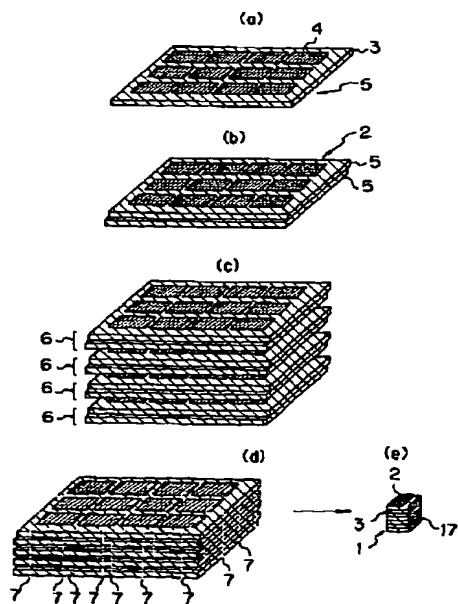
【図4】

実施例3



【図6】

従来例および比較例1



【図5】

実施例

